



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 047 062<sup>(13)</sup> C1  
(51) МПК<sup>6</sup> F 25 J 3/02

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 5067438/06, 30.09.1992

(46) Дата публикации: 27.10.1995

(56) Ссылки: Авторское свидетельство СССР N  
416532, кл. F 25J 3/00, опублик. 1974.

(71) Заявитель:  
Советско-американско-шведское совместное  
предприятие "АКЕЛА"

(72) Изобретатель: Молчанов В.Г.,  
Кобец Ю.В., Слепко Ю.А., Жульнев  
Я.И., Осипов Б.Н., Потапов В.Н., Ваксман В.Ф.

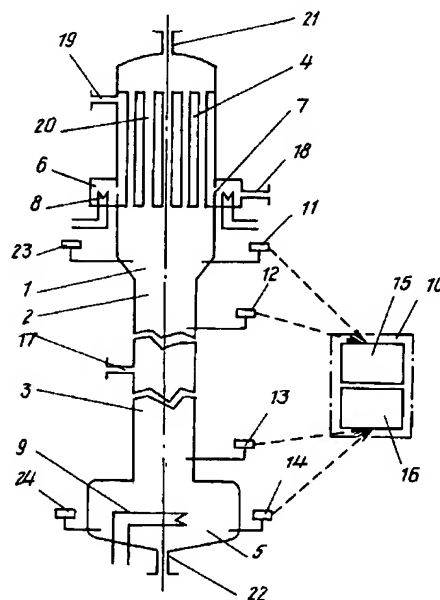
(73) Патентообладатель:  
Российско-украинско-американско-шведское  
совместное предприятие "АКЕЛА"

(54) СПОСОБ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ КРИПТОНО-КСЕНОНОВОЙ СМЕСИ И  
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Использование: криогенная техника, а именно низкотемпературное разделение криптоно-ксеноновой смеси. Сущность изобретения: подают охлажденную криптоно-ксеноновую смесь в колонну 1, отводят хладагентом от нее тепло с образованием флегмы и проводят низкотемпературную ректификацию с получением продукционных фракций криптона и ксенона. К хладагенту и к жидкому ксенону в испарителе 5 колонны 1 подводят тепловые потоки, определяют температуру по крайней мере на двух уровнях ректификационной части колонны, в отгонной части колонны и в испарителе, по разности температур на двух уровнях ректификационной части колонны регулируют параметры теплового потока, подводимого к хладагенту, и одновременно по разности температур в отгонной части колонны и в испарителе регулируют параметры теплового потока, подводимого в испаритель. Информацию о разности температур задают в блоки 15 и 16 управления, определяют текущие разности температур, сравнивают их с заданной в блоки управления информацией о разности температур и по результатам

сравнения корректируют параметры тепловых потоков. 2 с. п. ф-лы, 1 ил.



RU 2 047 062 C1

RU 2 047 062 C1



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 047 062<sup>(13)</sup> C1  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup> F 25 J 3/02

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 5067438/06, 30.09.1992

(46) Date of publication: 27.10.1995

(71) Applicant:  
Sovetsko-amerikano-shvedskoe sovместnoe  
predpriatie "AKELA"

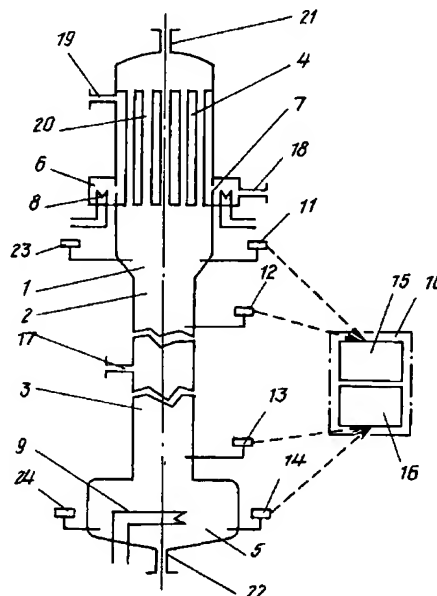
(72) Inventor: Molchanov V.G.,  
Kobets Ju.V., Slepko Ju.A., Zhul'nev Ja.I., Osipov  
B.N., Potapov V.N., Vaksman V.F.

(73) Proprietor:  
Rossijsko-ukrainsko-amerikano-shvedskoe  
sovместnoe predpriatie "AKELA"

(54) **METHOD OF AND DEVICE FOR FLOW-TEMPERATURE SEPARATION OF KRYPTON- XENON MIXTURE**

(57) **Abstract:**

FIELD: cryogenic engineering. SUBSTANCE: cooled krypton-xenon mixture is fed to tower 1, heat is transferred from it by means of cooling agent to form reflux, and low-temperature rectification is made to obtain production fractions of krypton and xenon. Heat fluxes are supplied to cooling agent and to liquid xenon in evaporator 5 of tower 1, temperature on at least two levels of rectification part of tower, in distillation part of tower, and in evaporator is measured, parameters of heat flux supplied to cooling agent is controlled by temperature difference on two levels of rectification part of tower, at the same time heat flux fed to evaporator is controlled by temperature difference in distillation part and in evaporator. Data on temperature difference is entered in control units 15 and 16, current temperature differences are determined, compared with data entered in control units, and results of comparison are used to correct parameters of heat fluxes. EFFECT: facilitated procedure. 2 cl, 1 dwg



RU 2 047 062 C1

RU 2 047 062 C1

Изобретение относится к криогенной технике, а именно к способам низкотемпературного разделения криптоно-ксеноновой смеси и устройствам для его осуществления, и может быть использовано в любой отрасли техники, где возникает потребность в криптоне и ксеноне.

Известен способ разделения криптоно-ксеноновой смеси, включающей поглощение смеси сорбентом и хроматографическое разделение ее при помощи движущегося в слое сорбента температурного поля, создаваемого циркулирующим потоком нагретого газа. Устройство для осуществления указанного способа содержит по меньшей мере два адсорбента, систему охлаждения сорбента, подогреватели и газодувку.

Основным недостатком известного способа и устройства для его осуществления является значительное засорение производционных фракций криптона ксеноном и ксенона криптоном в процессе десорбции смеси газов.

Известен также способ разделения криптоно-ксеноновой смеси, выбранный в качестве прототипа, включающий ректификационное разделение криптоно-ксеноновой смеси с использованием низкокипящего хладагента повышенного давления, величину которого регулируют хладагентом низкого давления, подаваемым на предварительное охлаждение. Устройство для осуществления этого способа состоит из ректификационной колонны с ректификационной и отгонной частями, конденсатора криптона, дополнительного конденсатора для конденсации хладагента и испарителя.

Недостатки вышеуказанного известного способа и устройства для его осуществления заключаются в следующем:

не обеспечивается управление качеством получаемых в процессе газоразделения производционных фракций криптона и ксенона;

не обеспечивается оптимизация энергозатрат в процессе газоразделения;

возможно увеличение концентраций ксенона в производционном криптоне и криптона в производционном ксеноне сверх регламентированных ограничений.

Предлагаемые способ и устройство для его осуществления позволяют:

обеспечить управление качеством получаемых в процессе газоразделения газов;

обеспечить оптимизацию энергозатрат в процессе газоразделения;

повысить надежность получения заданной чистоты производционных газов в части ограничения концентраций ксенона в криптоне и криптона в ксеноне.

Поставленная задача достигается тем, что к хладагенту и жидкому ксенону в испарителе колонны подводят тепловые потоки, определяют температуру по крайней мере на двух уровнях ректификационной части колонны, в отгонной части колонны и в испарителе, по разности температур на двух уровнях ректификационной части колонны регулируют параметры теплового потока, подводимого к хладагенту, и одновременно по разности температур в отгонной части колонны и в испарителе регулируют параметры теплового потока, подводимого в испаритель,

информацию о разности температур задают в блоки управления, определяют текущую разность температур на двух уровнях в ректификационной части колонны и текущую разность температур в отгонной части колонны и в испарителе, сравнивают их с заданной в блоки управления информацией о разности температур и по результатам сравнения корректируют параметры тепловых потоков, а в качестве хладагента используют жидкий азот.

Такой способ низкотемпературного разделения криптоно-ксеноновой смеси обеспечивается устройством, снабженным камерой для хладагента, обхватывающей нижнюю часть конденсатора и сообщенной с его полостью, двумя электронагревателями, установленными в камере и в испарителе, и системой регулирования теплообмена, содержащей четыре термодатчика, два из которых расположены на разных уровнях в ректификационной части колонны и по одному в отгонной части колонны и в испарителе, и два электронных блока управления, причем один из блоков электрически связан с термодатчиками, расположенными в ректификационной части колонны, и электронагревателем, установленным в камере, а другой с термодатчиками, в отгонной части колонны и в испарителе, и электронагревателем, установленным в испарителе.

На чертеже изображена схема устройства для низкотемпературного разделения криптоно-ксеноновой смеси.

Устройство для низкотемпературного разделения криптоно-ксеноновой смеси содержит колонну 1, имеющую ректификационную 2 и отгонную 3 части, конденсатор 4 и испаритель 5, размещенный в нижней части колонны 1. Устройство снабжено камерой 6 для хладагента, обхватывающей нижнюю часть конденсатора 4 и сообщенной с его полостью окнами 7, двумя электронагревателями 8 и 9, установленными соответственно в камере 6 и испарителе 5, и системой регулирования теплообмена 10. Система регулирования теплообменника 10 содержит четыре термодатчика, два из которых 11 и 12 расположены на разных уровнях в ректификационной части 2 колонны 1 и по одному 13 и 14 соответственно в отгонной части 3 колонны 1 и в испарителе 5 и два электронных блока управления 15 и 16, причем блок 15 электрически связан с термодатчиками 11 и 12, расположенными в ректификационной части 2 колонны 1, и электронагревателем 8, установленным в камере 6, а блок 16 с термодатчиками 13 и 14, расположенными соответственно в отгонной части 3 колонны 1 и в испарителе 5, и электронагревателем 9, установленным в испарителе 5. Электронные блоки управления 15 и 16 представляют собой отдельные модули, принимающие информацию от термодатчиков 11, 12 и 13, 14, анализирующие ее и выдающие команды в виде электрических сигналов. Поступающие на электронные блоки управления электрические сигналы преобразуются в команды, управляющие мощностью, подводимой к электронагревателям 8 и 9.

Для низкотемпературного разделения охлажденная криптоно-ксеноновая смесь

5 подается в ректификационную колонну 1 по магистрали 17. Одновременно хладагент по магистрали 18 подается в камеру 6 и через  
10 окна 7 в конденсатор 4, откуда испаряющийся хладагент отводят по магистрали 19. В результате теплового взаимодействия смеси и хладагента происходит процесс  
15 низкотемпературной ректификации смеси с образованием криптоновой фракции в ректификационной части 2 колонны и ксеноновой фракции в отгонной части 3 колонны 1. При этом криптоновая фракция  
разделяется на газообразный продукционный криптон, который по каналам 20 конденсатора 4 и магистрали 21 отводят из колонны 1, и флегму, представляющую в основном жидкую  
20 смесь ксенона с примесью криптона, отток которой осуществляется в отгонную часть 3 колонны 1. Жидкая ксеноновая фракция с примесью криптона, стекая по отгонной 3 части колонны 1, очищается от примеси  
25 криптона и накапливается в виде продукционного ксенона в испарителе 5, из которого выдается по магистрали 22. В процессе газоразделения параметры температур передаются термодатчиками 11, 12 и 13, 14 на соответствующие блоки  
30 управления 15 и 16, в которые предварительно задают оптимальные параметры разности температур между контролируемыми уровнями в колонне 1. В блоках управления 15 и 16 определяется разность температур в колонне 1 между  
35 уровнями, на которых установлены термодатчики 11 и 12, 13 и 14. Полученные результаты сравниваются с заданными в блоки управления параметрами разности температур. В зависимости от результатов  
40 сравнения корректируются тепловые потоки, подводимые при помощи электронагревателя 8 в камеру 6, а при помощи электронагревателя 9 в испаритель 5. Текущие значения температур в колонне  
45 определяются при помощи термодатчиков 23 и 24.

Конструкция и работа устройства обеспечивают осуществление способа низкотемпературного разделения  
5 криптоно-ксеноновой смеси и, заключающегося в том, что охлажденную криптоно-ксеноновую смесь подают в колонну 1, отводят тепло от смеси хладагентом с  
10 образованием флегмы и низкотемпературной ректификации, в результате чего получают продукционную фракцию криптона, которую отводят по магистрали 21, и продукционную жидкую фракцию ксенона, накапливаемого в  
15 испарителе 5 колонны 1, которую выдают по магистрали 22. В процессе низкотемпературного газоразделения смеси к хладагенту в камеру 6 и к жидкому ксенону в испаритель 5 подводят тепловые потоки и  
20 определяют температуру на уровнях в ректификационной части 2 колонны 1, а также в отгонной части 3 колонны 1 и в испарителе 5. По разности температур на двух уровнях ректификационной части 2 колонны 1 регулируют параметры теплового потока,  
25 подводимого к хладагенту в камеру 6, а по разности температур в отгонной части 3 колонны 1 и в испарителе 5 регулируют параметры теплового потока, подводимого в испаритель 5. Информацию о разности температур задают в блоки управления 15 и 16, определяют текущую разность температур

на двух уровнях в ректификационной части 2 колонны 1 при помощи термодатчиков 11 и 12 и текущую разность температур в отгонной части 3 колонны 1 и в испарителе 5 при помощи термодатчиков 13 и 14, сравнивают их с заданной в блоки управления информацией о разности температур и по результатам сравнения корректируют  
5 параметры тепловых потоков, создаваемых электронагревателями 8 и 9.

В качестве хладагента используют жидкий азот.

В ректификационной колонне, согласно предлагаемому способу, было произведено разделение криптоно-ксеноновой смеси на продукционный криптон с примесью ксенона  
15 не более 1 ppm ( $1 \cdot 10^{-4}$  4%) и продукционный ксенон с примесью криптона не более 100 ppm ( $1 \cdot 10^{-2}$  2%).

Газообразная криптоно-ксеноновая смесь, содержащая от 90 до 93% криптона и от 7 до 10% ксенона, после каталитического  
20 выжигания углеводородов и адсорбционной очистки от влаги и двуокиси углерода, охлажденная до температуры близкой к минус 125°C, подавалась в среднюю часть ректификационной колонны. Одновременно хладагент жидкий азот, подавался в камеру,  
25 примыкающую к нижней части конденсатора и сообщаемую с ним. Для регулирования теплоотдачи часть хладагента испарялась путем подвода теплового потока в камеру. Тепловой поток подводился также в испаритель. В результате теплового  
30 взаимодействия указанных факторов образовалось температурное поле по величине возрастающее в сторону испарителя. Температура в ректификационной части колонны в месте установки верхнего термодатчика была на 3-5 °С выше температуры кипения криптона,  
35 а температура в нижней части испарителя в месте установки термодатчика близка к температуре кипения ксенона. Под воздействием температурного поля в ректификационной части колонны происходило разделение  
40 криптоно-ксеноновой смеси на газообразный криптон и жидкую флегму, представляющую в основном смесь ксенона с криптоном, стекавшую в отгонную часть колонны. В отгонной части колонны образовывалась ксеноновая фракция с примесью криптона, из которой за счет воздействия температурного поля и встречного потока газообразного  
45 криптона из испарителя выделялся практически чистый жидкий ксенон и газообразный криптон. Газообразный криптон, как более легкий (плотность 3,745 г/л) и имеющий более низкую температуру кипения (минус 153,2°C), отводился в качестве  
50 продукционного через конденсатор, а жидкий ксенон, как более тяжелый (плотность 5,851 г/л) и имеющий более высокую температуру кипения (минус 108,1 °C), стекал в испаритель, из нижней части которого также отводился в качестве продукционного.  
55 Флегма, стекая по ректификационной и отгонной частям колонны, влияла на теплообменные процессы с переходом в газообразный криптон и жидкий ксенон.

Параметры температур протекающих процессов газоразделения в непрерывном режиме фиксировались термодатчиками и

передавались на соответствующие блоки управления, посредством которых, в зависимости от изменения разницы и контролируемых уровнях, регулировались параметры тепловых потоков, подводимых в камеру и в испаритель, что позволяло поддерживать параметры температурного поля на требуемом уровне. Поддержание разницы температур порядка 3,5 °C между контролируемыми уровнями в ректификационной части колонны и разницы температур порядка 2 °C между контролируемыми уровнями в испарителе и в отгонной части колонны позволило получить криптон, содержащий не более 1 ppm примеси ксенона, и ксенон, содержащий не более 100 ppm примеси криптона.

Использование предлагаемого способа и устройства для его осуществления позволят:

обеспечить управление качеством получаемых в процессе газоразделения газов и повысить надежность обеспечения заданной чистоты продукционных газов в части ограничения концентраций газов в части ограничения концентраций ксенона в криптоне и криптона в ксеноне за счет контроля и управления теплообменными процессами газоразделения путем изменения в автоматическом режиме тепловых потоков, подводимых в камеру и в испаритель, параметры которых корректируются в зависимости от разности температур в контролируемых зонах;

обеспечить оптимизацию энергозатрат в процессе газоразделения за счет изменения параметров тепловых потоков, которые корректируются с учетом текущих значений температур в контролируемых зонах.

#### Формула изобретения:

1. Способ низкотемпературного разделения криптоноксеноновой смеси путем подачи охлажденной криптоноксеноновой смеси в колонну, отвода тепла от смеси хладагентом с образованием флегмы и низкотемпературной ректификации с получением продукционной фракции криптона и продукционной жидкой фракции ксенона, накапливаемой в испарителе колонны,

отличающийся тем, что хладагенту и к жидкому ксенону в испарителе колонны подводят тепловые потоки, определяют температуру по крайней мере на двух уровнях ректификационной части колонны, в отгонной части колонны и в испарителе, по разности температур на двух уровнях ректификационной части колонны регулируют параметры теплового потока, подводимого к хладагенту, и одновременно по разности температур в отгонной части колонны и в испарителе регулируют параметры теплового потока, подводимого в испаритель, информацию о разности температур задают в блоки управления, определяют текущую разность температур на двух уровнях ректификационной части колонны и текущую разность температур в отгонной части колонны и в испарителе, сравнивают их с заданной в блоки управления информацией о разности температур и по результатам сравнения корректируют параметры тепловых потоков, а в качестве хладагента используют жидкий азот.

2. Устройство для низкотемпературного разделения криптоноксеноновой смеси, содержащее колонну, имеющую ректификационную и отгонную части, конденсатор и испаритель, размещенный в нижней части колонны, отличающееся тем, что устройство снабжено камерой для хладагента, охватывающей нижнюю часть конденсатора и сообщенной с его полостью, двумя электронагревателями, установленными в камере и в испарителе, и системой регулирования теплообмена, содержащей четыре термодатчика, два из которых расположены на разных уровнях в ректификационной части колонны и по одному в отгонной части колонны и в испарителе, и два электронных блока управления, причем один из блоков электрически связан с термодатчиками, расположенными в ректификационной части колонны, и электронагревателем, установленным в камере, а другой с термодатчиками, расположенными в отгонной части колонны и в испарителе, и электронагревателем, установленным в испарителе.